

アスペリティの動的応力降下量の不均質性を考慮した長大横ずれ断層の断層モデルに関する検討 Study on long strike-slip fault model with heterogeneous dynamic stress drops on asperities

小穴 温子^{1*}; 石井 透¹; 壇 一男¹; 藤原 広行²; 森川 信之²
OANA, Atsuko^{1*}; ISHII, Toru¹; DAN, Kazuo¹; FUJIWARA, Hiroyuki²; MORIKAWA, Nobuyuki²

¹ 清水建設技術研究所, ² 防災科学技術研究所

¹Institute of Technology, Shimizu Corporation, ²National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

小穴・他(2013)では、壇・他(2011)の長大横ずれ断層の断層パラメータ設定手法を用い、中央構造線断層帯沿いに発生する地震を想定して断層モデルを設定し、強震動の試算を行った。そこでは、アスペリティによらず、動的応力降下量を均質としており、断層破壊の不均質性については考慮していなかった。しかしながら、実現象では、すべてのアスペリティの応力降下量が均質であるとは考えにくい。特に長大な断層ほど、そのような不均質性が地震動の空間分布に与える影響は極めて大きいと推察されるため、不均質性をどのように取り入れるかは強震動予測において重要な課題である。また、破壊開始点などの断層パラメータの不確かさも地震動に大きく影響すると考えられるため、これも断層パラメータの設定の過程で考慮していく必要がある。

そこで、本研究では、壇・他(2011)の手法を発展させた強震動予測のためのアスペリティの動的応力降下量の不均質性を考慮した断層モデル設定方法を提案することを目的として、その断層パラメータ設定方法について検討し、強震動の試算を行った。さらに、断層パラメータの不確かさが地震動に与える影響について確認するために、破壊開始点・アスペリティの配置・アスペリティの面積と動的応力降下量の関係を変化させたケースについても検討した。

はじめに、複数のアスペリティを有する断層をモデル化する場合に、それぞれのアスペリティに不均質な動的応力降下量を与えるための断層パラメータ設定方法を検討した。具体的には、既往研究による過去の地震の強震動生成域における応力降下量のデータに基づき、それらの確率密度分布を求め、アスペリティの個数でそれを等分したときのそれぞれの midpoint の頻度に対応する動的応力降下量を与える方法を示した。ここで、複数のアスペリティに不均質な動的応力降下量を与える場合、アスペリティモデルのすべてのパラメータ関係式を満たすことは不可能であったため、地震モーメントの関係式を優先して満足させるようにし、短周期レベルの関係式との間に生じる誤差は許容することにした。ただし、その誤差は、アスペリティ 10 個の場合でも、均質な動的応力降下量を与えた断層モデルの短周期レベルの 6 % 程度に収まった。なお、アスペリティの面積と動的応力降下量の関係は分析・整理されていないため、ここでは一つの考え方として、各アスペリティの面積の比とアスペリティの動的応力降下量の比の関係をランダムと仮定した。

次に、上記の不均質性を考慮した断層パラメータ設定方法に基づく断層モデルによる地震動を確認するために、中央構造線断層帯沿いの地震を対象に、断層モデルを設定し、統計的グリーン関数法により強震動を試算した。断層モデルのアスペリティの配置は、動的応力降下量が大きいものと小さいものが交互になるような 1 ケースを設定した。結果として、司・翠川(1999)の距離減衰式の平均値に対するばらつきは、小穴・他(2013)の各アスペリティの動的応力降下量が均質なモデルでは対数標準偏差が最大加速度で 0.19、最大速度で 0.13 であったのに対して、本検討の各アスペリティの動的応力降下量が不均質なモデルでは最大加速度で 0.20、最大速度で 0.16 となり、やや大きくなった。特に震源近傍の地点に着目すると、本検討の不均質なモデルではその偏差が標準偏差を上回る地点も見られるようになった。司・翠川(1999)の距離減衰式の対数標準偏差である 0.25、0.23 に比べるとばらつきが小さいが、この距離減衰式は、多くの地震と観測点のデータに基づき震源特性・伝播特性・サイト特性のすべてのばらつきを含むのに対し、本検討は特定の地震・特定の伝播経路・特定のサイト(全計算点で工学的基盤相当とし、一律のサイト特性を与えている)を対象としているため、この結果は妥当と考えられる。

最後に、震源に関わるパラメータの不確かさが地震動に与える影響について検討した。不確かさを考慮したパラメータは、破壊開始点・アスペリティの配置・アスペリティの面積と動的応力降下量の関係の 3 つである。それぞれの検討ケース数は限られるものの、司・翠川(1999)の距離減衰式に対する平均的なばらつきは、破壊開始点の違いを含む場合は対数標準偏差が最大加速度で 0.23、最大速度で 0.21、アスペリティの配置の違いを含む場合は最大加速度で 0.22、最大速度で 0.17、アスペリティの面積と動的応力降下量の関係の違いを含む場合は最大加速度で 0.20、最大速度で 0.17 となった。したがって、破壊開始点の違いが地震動に与える影響が相対的に大きいことがわかった。

今後は、不均質性を考慮した断層モデル設定方法を長大逆断層にも拡張する予定である。

キーワード: 長大断層, 不均質, 強震動予測

Keywords: Very long fault, Heterogeneity, Strong motion prediction